

特開平10-197862

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup> 識別記号  
 G 0 2 F 1/1335 5 1 0  
 G 0 2 B 5/30

F I  
 G 0 2 F 1/1335 5 1 0  
 G 0 2 B 5/30

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-2814

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月10日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 津田 圭介

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

(72) 発明者 熊川 克彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

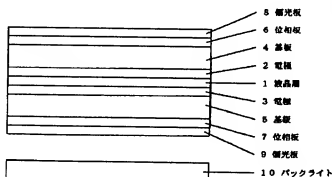
(74) 代理人 弁理士 宮井 暎夫

## (54) 【発明の名称】 液晶表示装置及びそれに用いる位相板の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 液晶表示装置の視野角を拡大するとともに、視野角拡大に用いられる位相板の安価で高性能な製造方法を提供する。

【解決手段】 正の屈折率異方性と正の誘電率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはベンド配列した液晶層1と、この両側に積層され主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板6、7と、液晶層1に電圧を印加する手段とを有し、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層1の厚み $d$ との積を790 nm以上1190 nm以下にした。これによりオンまたはオフ状態にある液晶層1の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して、液晶表示装置の視野角特性が向上する。配向処理された基板上の高分子とネマティック液晶の混合物に、電界または磁界を印加しながら高分子ネットワークを形成した後に、ネマティック液晶をディスコティック液晶に置換することにより位相板6、7を作製する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 正の屈折率異方性と正の誘電率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはバンド配列した液晶層と、この両側に積層され主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、前記液晶層に電圧を印加する手段とを有し、前記液晶の屈折率異方性と液晶層の厚みとの積を790nm以上1190nm以下にしたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 正の屈折率異方性と正の誘電率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはバンド配列した液晶層と、これに積層され主軸がバンド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、前記液晶層に電圧を印加する手段とを有し、前記液晶の屈折率異方性と液晶層の厚みとの積を790nm以上1190nm以下にしたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 正の誘電率異方性を10以上にした請求項1または2記載の液晶表示装置。

【請求項4】 液晶層の厚みを6 $\mu$ m以下にした請求項1、2または3記載の液晶表示装置。

【請求項5】 正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子がバンド配列した液晶層と、この両側に積層され主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、前記液晶層に電圧を印加する手段とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】 正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子がバンド配列した液晶層と、これに積層され主軸がバンド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、前記液晶層に電圧を印加する手段とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】 正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子が基板に対してほぼ垂直にかつバンド配列した液晶層と、これに積層され主軸が水平に配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、前記液晶層に電圧を印加する手段とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】 配向処理された基板上にネマティック液晶と高分子の混合物を塗布する工程と、電界あるいは磁界の少なくとも一方を印加しながら高分子ネットワークを形成する工程と、前記高分子ネットワーク内のネマティック液晶をディスコティック液晶に置換する工程とを含むことを特徴とする位相板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、映像や文字情報を表示する液晶表示装置及びそれに用いる位相板の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は、薄型軽量の特長により、薄型テレビ、カー・ナビゲーション・システム、パーソナル・コンピュータやワード・プロセッサなどのフ

ラット・ディスプレイとして広く用いられるようになっていた。液晶表示には、それぞれに特長のある数多くの表示モードが提案されている。中でも、米国特許公報4566758号公報に開示されているパイセル(Pixel、あるいは $\pi$ セル)は、そのスイッチング速度が2msec程度と高速であるため、動画表示用のディスプレイとして注目され、研究開発がさかんである。

【0003】このパイセルにおいては液晶分子はバンド配列しており、法線方向からの等価的なリターデーションを印加電圧の大きさにより制御して透過光量を変え、表示を行っている。特開平7-49509号公報には、このパイセルに固定の負の位相差を発生する部材を付加して、動作電圧を低下させたり、視野角特性を拡大する技術が開示されている。これにより、駆動電圧が5ボルト以下に低下し、階調表示でのコントラスト反転を考えた視野角範囲は位相板のない場合に比べて広がっている。しかしながら黒表示特性の視野角依存はまだ大きいため、法線方向からの傾き角が増すにつれて表示に黒浮きが発生してしまう。負の位相差を発生する部材としては、正の複屈折媒体をパイセルの光学軸と直交させる、あるいは負の複屈折媒体をパイセルの光学軸に平行に配置するなどの方法が考えられるが、この特許には詳細は開示されていない。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような構成ではまだ視野角特性が不十分であり、特に、黒表示特性の視野角依存性が大きいと、正面からはずれた方向から表示を見た場合に黒表示状態の透過率が大きく増加する。このため、正面からはずれた方向からディスプレイを見た場合に黒浮きが発生し、表示が白っぽくなって色相が極端に淡くなったり、コントラストが大きく低下するといった課題を有している。

【0005】また、電圧を印加する前の液晶層の配向状態はスプレイ配向であり、実際にはこの状態からバンド配向させるのは容易ではなく、スプレイからバンドへの配向転移を促すためには、表示を白黒させる動作電圧よりもはるかに高い電圧を加える必要があるといった課題を有する。したがって、この発明の目的は、視野角特性の向上を図ることができる液晶表示装置及びそれに用いる位相板の製造方法を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の液晶表示装置は、正の屈折率異方性と正の誘電率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはバンド配列した液晶層と、この両側に積層され主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、液晶層に電圧を印加する手段とを有し、液晶の屈折率異方性と液晶層の厚みとの積を790nm以上1190nm以下にしたものである。

【0007】このように、正の屈折率異方性と正の誘電

率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはベンド配列した液晶層の両側に、主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したので、オンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視野角特性を改善するという作用を有する。この場合、液晶層を上下に二分する中心面から液晶表示装置を見た場合、上側において液晶層の上半分の液晶分子の方向と上側の位相板の光学媒体の光学軸方向が対応し、下側において液晶層の下半分の液晶分子の方向と下側の位相板の光学媒体の光学軸方向が対応することにより、2枚の位相板のそれぞれが液晶層の半分の補償する役割を果たしているため、位相板特性のばらつきによる表示特性への影響が少ないという利点や、2枚の位相板をうまく組み合わせることにより位相板の特性ばらつきをキャンセルすることができる。同時に、液晶の複屈折と液晶層の厚みの積を $790 \sim 1190 \text{ nm}$ の間に設定することにより、液晶表示装置の正面輝度を高くし、かつ白表示の視野角による色相変化を少なくするという作用を有する。

【0008】請求項2記載の液晶表示装置は、正の屈折率異方性と正の誘電率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはベンド配列した液晶層と、これに積層され主軸がベンド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、液晶層に電圧を印加する手段とを有し、液晶の屈折率異方性と液晶層の厚みとの積を $790 \text{ nm}$ 以上 $1190 \text{ nm}$ 以下にしたものである。

【0009】このように、正の屈折率異方性と正の誘電率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはベンド配列した液晶層に、主軸がベンド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したので、液晶層の液晶分子の方向と位相板の光学媒体の光学軸方向が対応し、オンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視野角特性を改善することができる。同時に、液晶の複屈折と液晶層の厚みの積を $790 \sim 1190 \text{ nm}$ の間に設定することにより、液晶表示装置の正面輝度を高くし、かつ白表示の視野角による色相変化を少なくするという作用を有する。

【0010】請求項3記載の液晶表示装置は、請求項1または2において、正の誘電率異方性を10以上にした。このように、液晶の誘電率異方性を10以上に設定することで、動作時のベンド配向転移を容易にすると同時に、動作電圧を低くするという作用を有する。請求項4記載の液晶表示装置は、請求項1、2または3において、液晶層の厚みを $6 \mu\text{m}$ 以下にした。このように、液晶層の厚みを $6 \mu\text{m}$ 以下にすることで、液晶層の厚みを従来のTN並まで薄くすることができ、その結果液晶層内の電界強度が強まるため、動作時のベンド配向転移を容易にすると同時に、動作電圧を低くするという作用を

有する。

【0011】請求項5記載の液晶表示装置は、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子がベンド配列した液晶層と、この両側に積層され主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、液晶層に電圧を印加する手段とを有することを特徴とする。このように、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子がベンド配列した液晶層の両側に、主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したので、請求項1と同様にオンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視野角特性を改善するという作用を有すると同時に、電圧印加前の状態から安定なベンド配向が存在する作用を有する。

【0012】請求項6記載の液晶表示装置は、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子がベンド配列した液晶層と、これに積層され主軸がベンド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、液晶層に電圧を印加する手段とを有することを特徴とする。このように、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子がベンド配列した液晶層に、主軸がベンド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したので、請求項2と同様にオンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視野角特性を改善するという作用を有すると同時に、電圧印加前の状態から安定なベンド配向が存在する作用を有する。

【0013】請求項7記載の液晶表示装置は、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子が基板に対しほぼ垂直にかつベンド配列した液晶層と、これに積層され主軸が水平に配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板と、液晶層に電圧を印加する手段とを有することを特徴とする。このように、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子が基板に対しほぼ垂直にかつベンド配列した液晶層に、主軸が水平に配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したので、オンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視野角特性を改善するという作用を有すると同時に、電圧印加前の状態から安定なベンド配向存在する作用を有する。また、液晶層がほぼ垂直配向していることにより位相板もわずかな傾斜を無視した水平配向にできるので、位相板の作製が容易という利点を持つ。

【0014】請求項8記載の位相板の製造方法は、配向処理された基板上にネマティック液晶と高分子の混合物を塗布する工程と、電界あるいは磁界の少なくとも一方を印加しながら高分子ネットワークを形成する工程と、高分子ネットワーク内のネマティック液晶をディスコテ



からなる各薄層の伝播行列  $T_{21a}$ ,  $T_{22a}$ , ...,  $T_{30a}$ ,  $T_{21b}$ ,  $T_{22b}$ , ...,  $T_{30b}$  を用いて (数1) で表される。Ex と Ey はそれぞれ x 方向と y 方向に振動面をもつ電界成分、Hx と Hy はそれぞれ x 方向と y 方向

$$\begin{bmatrix} E_{x(out)} \\ E_{y(out)} \\ H_{x(out)} \\ H_{y(out)} \end{bmatrix}$$

$$= T_{25b} \times \dots \times T_{22b} \times T_{21b} \times T_{21a} \times T_{22a} \times \dots \times T_{25a}$$

$$\times T_{26a} \times \dots \times T_{29a} \times T_{30a} \times T_{30b} \times T_{29b} \times \dots \times T_{26b} \times$$

(p)

↓

(q)

【0023】この式を用いて考えると、上記の現象は行列の掛け算の (p) の部分から、 $T_{21a}$  と  $T_{21b}$  の積、 $T_{22a}$  と  $T_{22b}$  の積、...,  $T_{25a}$  と  $T_{25b}$  の積の順に単位行列となり、(q) の部分から、 $T_{30a}$  と  $T_{30b}$  の積、 $T_{29a}$  と  $T_{29b}$  の積、...,  $T_{26a}$  と  $T_{26b}$  の積の順に単位行列となり、理想的には入射偏光と出射偏光が等しくなるものと考えられる。

【0024】このとき、偏光板 8、9 の偏光軸 14 と 15 が直交するように配置しておけば、電圧無印加時には上記のように液晶層 1 と位相板 6、7 の特性は完全に補償し合うので、表示は黒となる。この黒表示は偏光板特性で定まるものであり、非常に良好な視野外角性を持っており、視野外角によらずコントラストの高い液晶表示装置を得ることができる。また、赤 (R)・緑 (G)・青 (B) のカラーフィルターを形成した 3 つの画素の混色を用いて色表示を行う場合に、オフ状態となっている色が視野外角を振っても漏れにくいので、例えば赤表示を行った場合に緑や青の画素からの漏れ光がほとんどなく、視野外角による色相変化の小さい液晶表示装置を得ることができる。

【0025】液晶層 1 がオフ状態にある場合には、先に説明したように液晶層 1 のリターデーションがオン状態より大きくなっているため、位相板 6、7 との間での光学伝搬特性が上記の補償条件からずれる。このため、液晶層 1 と位相板 6、7 を通過した光は偏光板 8 を通過するようになり、白表示が行われる。このリターデーションの変化を有効に利用するため、入射側の偏光板 9 の偏光軸 15 が液晶層 1 の液晶分子 16 の射影方向 (図 2 の 11 の方向) とすなわち角度はほぼ  $45^\circ$  に設定されている。

【0026】図 7 は、この実施の形態の液晶表示装置における白表示時と黒表示時の輝度の視野外角依存を示したものである。液晶の複屈折 (屈折率異方性)  $\Delta n$  と液晶層 1 の厚み  $d$  との積 ( $\Delta n \times d$ ) は  $840 \text{ nm}$  に設定した。図中の  $\phi$  は、図 2 において A から A' に向かう方向を 0 度として反時計回りにった方位角であり、 $\theta$  は法線方向からの倒れ角である。縦軸はバックライト 10 の

に振動面をもつ磁界成分を有し、添字の in と out はそれぞれ入射光と出射光を示している。

【0022】

【数 1】

$$\begin{bmatrix} E_{x(in)} \\ E_{y(in)} \\ H_{x(in)} \\ H_{y(in)} \end{bmatrix}$$

輝度を 100% としたときの表示面の輝度である。この実施の形態に示す液晶表示装置は、各方位とも黒表示特性が非常に良好であり、コントラストの視野外角依存も従来のものに比べて格段に少ない。白黒反転は左右方向 (0 度 - 180 度方向) すなわち図 7 (a) に示す  $\phi = 0^\circ$  の特性図において、倒れ角  $70^\circ$  付近で生じるのみであり、非常に視野外角の広い液晶表示装置を得ることができた。

【0027】図 8 は、上記の液晶表示装置において、 $\Delta n \times d$  を変化させて白表示 (オフ状態) の正面輝度を測定した結果である。位相板 6、7 の複屈折量も液晶層 1 に合わせて、上記の補償条件となるように変化させている。オン電圧は 8 ボルト、オフ電圧は 2 ボルトである。ペンド配向の安定性の面からオフ電圧を 2 ボルト以下にすることは好ましくなかった。 $\Delta n \times d$  が  $1230 \text{ nm}$  のとき、輝度は最大値 28% を示した。この図では、この最大値を 100% とした相対輝度を縦軸にとってい

る。【0028】 $\Delta n \times d$  が  $1230 \text{ nm}$  以上の場合には、オン状態とオフ状態の間での偏光変調が過変調状態にあるので、オフ電圧を 2 ボルトより高く設定することにより、図中の破線に示すように、白表示輝度を相対値でほぼ 100% にすることができる。従って、 $\Delta n \times d$  の値を  $790 \text{ nm}$  以上に設定すれば正面輝度が最大値の 70% 以上となり実用上十分な明るさが得られるし、これを  $910 \text{ nm}$  以上に設定すれば正面輝度が限界値の 80% 以上、 $990 \text{ nm}$  以上に設定すれば正面輝度が限界値の 90% 以上となり、さらに明るい表示を得ることができる。

【0029】一方、このような液晶表示装置では、白表示の色相が観察方向によって変化する。特に、方位角  $\phi$  が  $90^\circ$  度と  $270^\circ$  度の方向では、倒れ角が増すとともに表示がやや黄色味がかかる。図 9 は、色度の視野外角依存の  $\Delta n \times d$  依存を示すものである。縦軸は、液晶表示装置を倒れ角  $30^\circ$  度のコーン状の方向から、方位角 0 度から  $360^\circ$  度まで  $5^\circ$  度おきに測定した色差の平均である。以下、これを平均色差と呼ぶ。色差は、正面方向の表示特

性を基準として算出してあり、表色系は $L^* a^* b^*$ 色度系に基づいている。また、色差は輝度差を考慮しないで計算したもの( $\Delta C$ )である。図中の破線は、 $\Delta n \times d$ が1230nm以上の場合に、オフ電圧を調整した場合の特性を示している。

【0030】図からわかるように、 $\Delta n \times d$ の値が大きすぎる場合には白表示の色相変化が大である。フィルム位相板により視野角特性を改善したT<sub>N</sub>型の液晶表示装置について同様の測定を行うと、平均色差は3.5程度であった。この実施の形態の液晶表示装置では、 $\Delta n \times d$ が1190nm以上の場合は、平均色差が位相板付きT<sub>N</sub>型の2倍以上(7以上)となるので、白表示の色相変化の面からこれは好ましくない。 $\Delta n \times d$ を1030nm以下としておけば、平均色差が5以下(即ち位相板付きT<sub>N</sub>型の約1.5倍以下)となり、色相変化の面から十分な良好な視野角特性が得られる。さらに、 $\Delta n \times d$ を910nm以下としておけば平均色差は3.5以下で、位相板付きT<sub>N</sub>型に優る特性を得ることができる。

【0031】従って、正面輝度と白表示の色相変化の両面を総合すると、 $\Delta n \times d$ の値は790~1190nmの間に設定するのが、正面の相対輝度が70%以上で平均色差が7以下となるので望ましい。しかしながら、例えば個人用のノートパソコン用のディスプレイ等のように正面への光利用効率が重視される用途では、 $\Delta n \times d$ を910~1190nmの間に設定しておけば、相対輝度が80%以上で色相変化が実用上十分な液晶表示装置を得ることができる。 $\Delta n \times d$ が990nm以上であれば、明るさの面からはさらに望ましい。一方、テレビなど複数の人間が見ることに多い用途では視野角特性が重要であるので、色相変化を重視して、 $\Delta n \times d$ の値は790~1030nmの間に設定するのがよい。特に、910nm以下に設定した場合には、非常に色相変化の少ない液晶表示装置を得ることができる。

【0032】この実施の形態においては、液晶層1を上側に2分する中心面から液晶表示装置を見た場合、上側には液晶層1の半分とそれを補償する位相板6、7が配置され、下側には上側の液晶層1と位相板6、7を鏡面対称にしたものが配置されている。このように構成上の対称性がよいため、位相板6、7を片面に配置したもの比べて、表示における視野角特性の対称性がよく、見やすい表示ができるという利点がある。また、2枚の位相板6、7のそれぞれが液晶層1の半分を補償する役割を果たしているため、位相板特性のばらつきによる表示特性への影響が少ないという利点や、2枚の位相板6、7をうまく組み合わせることにより位相板6、7の特性ばらつきをキャンセルすることができるという利点がある。また、液晶の複屈折 $\Delta n$ と液晶層1の厚み $d$ の積を790~1190nmの間に設定することにより、液晶表示装置の正面輝度を高くし、かつ白表示の視野角による色

相変化を少なくするという作用を有する。

【0033】なお、この実施の形態では、位相板6、7がオン状態にある液晶層1の光学特性を補償するものとしたが、これはこのように限定されるものではなく、オフ状態にある液晶層1の光学特性を補償してこれを黒表示するように位相板6、7を構成しても同様の効果を得ることができる。オフ状態を補償する構成においても、偏光板8、9の配置角などの構成はオン状態を補償する構成と同様にすればよく、液晶層1の $\Delta n \times d$ も上記の範囲に設定するのが望ましい。

【0034】以下、オン状態を補償する構成(オン補償構成)とオフ状態を補償する構成(オフ補償構成)を比較する。液晶層1の分子配列は印加電圧とともに飽和するが、オン補償構成はこの飽和領域にある液晶を補償している。このため、オン補償構成は補償の安定度がよく非常に良好な黒表示が得られる。これに対し、オフ補償構成は、オフ電圧印加時の液晶を補償しているの黒表示が行われる電圧レベルが低い。このため、駆動ICの耐圧や電源電圧の制限のため十分高い電圧が印加できない場合にも黒表示は良好なレベルにあり、駆動の低電圧化を図る場合に有効である。

【0035】一方、実際の表示動作をするためには、液晶層1がその動作範囲でベンド配向となっていることが必要である。このベンド配向が安定に存在させるためには、電圧印加前の初期のスプレィ配向からベンド配向への転移を促す必要があるが、容易にベンド配向になるためにはできるだけ液晶分子16を法線方向に立たせることが必要になる。通常は電圧印加により、液晶分子16を立たせ、ベンド配向転移を促す方法がとられる。

【0036】そこで、スプレィベンド転移がいかなる条件下で容易となるかを、液晶の誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ 、液晶層1の厚み $d$ を変えて観察した。実際の動作でスプレィベンド転移するには、電圧を印加した状態でベンド配向の核が発生し、かつその核が絵素全体に拡がる必要がある。従って、各条件でのベンド配向の転移しやすさを、核発生の有無、核発生後の絵素全体への拡がる時間で判断した。なお絵素サイズは、通常のTFTパネルで設計されているもので、 $0.3 \mu\text{m} \times 0.1 \mu\text{m}$ とした。また、印加電圧は7Vとした。また、検討した液晶はTFT用であるZLI4792を基準に、弾性定数の変化の少ないもので、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ を変えたものを使用した。また、通常の表示パネルが電源を入れた後、遅くとも10秒以内に正常に動作する必要があることも評価する上で考慮した。

【0037】評価結果を表1に示す。表より、 $\Delta \epsilon$ が9以上で核発生が起こった後10秒以内に絵素全体がベンド配向となる条件ができる。この条件の内、実際パネル作製に適している液晶層1の厚み $d = 4 \mu\text{m}$ 以上を勘案すると、 $\Delta \epsilon$ 10以上が望ましいことがわかる。また、 $\Delta \epsilon$ が10以上でも確実にベンド配向させるためには、液

液晶の1厚みdは6 $\mu$ m以下が望ましい。

【0038】

【表1】

液晶層の厚みd( $\mu$ m)	4	5	6	7
誘電率異方性 $\Delta\epsilon$				
7	$\Delta$	$\times$	$\times$	$\times$
8	$\Delta$	$\Delta$	$\times$	$\times$
9	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\Delta$	$\times$
10	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\Delta$

$\times$ =核発生せず

$\Delta$ =核発生後、結晶全体に転移するまで10秒以上かかる

$\bigcirc$ =10秒以内に結晶全体が転移する

【0039】この発明の第2の実施の形態の液晶表示装置を図10および図11に基づいて説明する。図10は、この発明の第2の実施の形態の液晶表示装置の構成を示すものである。この実施の形態は、第1の実施の形態において2枚に分割されていた位相板6を1枚にまとめ、液晶層1の片側に配置した構造をもっている。図11に、この実施の形態における液晶分子16と負の光学媒体17の配列状態を示す。負の光学媒体17は液晶分子16と同様にバンド配列している。

【0040】光学補償の原理は、第1の実施の形態で説明したように、液晶層1と位相板6を薄層に分割し、液晶層1と位相板6の近接面から薄層の組がその光学特性を順次キャンセルするものと考えることができる。偏光板8の配置角については、偏光板8の偏光軸と、液晶層1の液晶分子軸方向のなす角度を45°程度に設定すれば、第1の実施の形態と同様に、液晶層1のリターデーションの変化を有効に利用することができる。

【0041】この実施の形態の液晶表示装置においても、図7に示す第1の実施の形態と同様に、非常に視野角特性の良好な黒表示を行うことができた。 $\Delta n \times d$ が正面輝度および色度の視野角特性に及ぼす影響も、第1の実施の形態で説明したものと同様で、基本的には790~1190nmの間の範囲が望ましい。特に、個人用のノートパソコン用ディスプレイ等のように正面の光利用効率重視される用途では、 $\Delta n \times d$ を910~1190nmの間に設定するのが望ましく、990nm以上であれば、明るさの面でさらに望ましい。一方、テレビなど複数の人間が見ることの多い用途では視野角による色相変化を低く抑えるために、 $\Delta n \times d$ の値を790~1030nmの間に設定するのがよく、910nm以下に設定すればさらに良好な視野角特性の液晶表示装置を得ることができる。

【0042】なお、この実施の形態では、位相板6がオン状態にある液晶層1の光学特性を補償するものとしたが、これはこのように限定されるものではなく、オフ状態にある液晶層1の光学特性を補償してこれを黒表示とるように位相板6を構成しても同様の効果を得ることができる。オフ状態を補償する構成においても、偏光板

8の配置角などの構成はオン状態を補償する構成と同様にすればよく、液晶層1の $\Delta n \times d$ も上記の説明の範囲に設定するのが望ましい。第1の実施の形態で説明したのと同様の理由で、オン状態を補償する構成では補償の安定度がよく非常に良好な黒表示が得られるし、オフ状態を補償する構成は駆動の低電圧化を図る場合に有効である。

【0043】また、位相板6の配置についても、この実施の形態では、位相板6が液晶層1からみて観察者の側に配置されているものとしたが、これは液晶層1からみてバックライト10の側に配置してもかまわない。この発明の第3の実施の形態の液晶表示装置を図12に基づいて説明する。この実施の形態では、液晶材料として負の誘電率異方性を有するものを用い、かつ電圧印加前の初期の状態での液晶の配向を図12(a)のようにしている。また、電圧印加時には液晶分子16は図12(b)のようになる。

【0044】このとき、初期配向状態を得るために、配向膜には垂直配向剤を用い、その配向膜を液晶層1を挟持する両基板に塗布した後、配向膜をラビング処理した。ラビング処理した方向は、それぞれの基板で図12の矢印で示した方向18である。このときの配向膜上の液晶分子のプレチルト角は約85°であった。この状態でも、第1の実施の形態と同様な補償原理で、液晶層1の両側に(数1)を満たす配向を有する、ハイブリッド配向した位相板を配置すれば良好な黒表示が得られる。また、第2の実施の形態と同様な補償原理で液晶層1にバンド配向した位相板を配置しても良好な黒表示が得られる。

【0045】本来は、液晶層1の両側に位相板を配置する場合、上記のように厳密な補償には位相板の配向は、各層で変化しているハイブリッド配列していることが望ましいが、この実施の形態のようにプレチルト角が非常に高い場合、液晶層自体、若干の傾きはあがるが、ほぼ垂直配向していると考えられるので、位相板も、わずかな傾斜を無視した水平配向であっても、ほぼ良好な黒表示が得られる。これは位相板の作製が容易というメリットを持つ。

【0046】以上の場合には、電圧無印加状態で既にベンド配向となり、かつこの状態で補償して黒表示としているが、勿論この実施の形態でも電圧を印加したところで、光学補償させるような位相板を用いてもかまわない。つぎに、この発明の第4の実施の形態として第1の実施の形態の液晶表示装置に用いた位相板の製造方法を図13ないし図18に基づいて説明する。第1の実施の形態に用いた負の複屈折をもつ光学媒体をハイブリッド配列させた位相板は、配向処理された基板の上のネマティック液晶と高分子の混合物に電界や磁界を印加してネマティック液晶を所定の配列に保ちながら高分子ネットワークを形成した後に、高分子ネットワーク内のネマティック液晶をディスコティック液晶に置換することにより作製することができる。これは、配列制御が困難なディスコティック液晶を、比較的容易に配列制御できるネマティック液晶と置換することにより、所望の配列分布させるものである。より具体的で好ましい作製方法としては、図13～図18に工程図を示した方法がある。

【0047】まず、図13に示すように、例えばセルロース・トリアセートなどの光学的に等方的なフィルム基材101の表面を、ラビングなどにより配向処理する。102はラビングロールである。このときフィルム基材101の表面にポリイミドなどの配向膜を形成しておいてもよい。次いで、ネマティック液晶と光重合型の高分子の混合物103を、図14に示すように、ロールコート法により上記フィルム基材101の上に塗布する。104はロールコートのロールである。混合物103は必要により溶媒に溶かしても構わないし、塗布はスピンコートや各種の印刷法を用いてもよい。光重合型の高分子としては紫外線硬化型のアクリル樹脂などを用いることができる。溶剤を用いた場合には、次工程の前に塗布溶液を乾燥させて溶媒をとばしておく。

【0048】次に、図15に示すように、フィルム法線方向に電界または磁界を印加しながら紫外光105を照射することにより高分子のネットワーク107を形成する。図には電界印加の場合が記してあり、111、112は電極である。図のように紫外光の照射経路中に電極111がある場合には、この電極111は紫外光を透過するように透明電極、またはメッシュ状の電極などで構成するのがよい。このとき、混合層103の上面はフリー界面となっているので液晶には界面からの束縛がなく、電界や磁界の方向に平行、即ちフィルム法線方向に、ネマティック液晶は液晶分子長軸を整流して並ぶ。一方、混合層103の下面では、ネマティック液晶はフィルム基材101の表面のアンカリング効果により、所定のチルト角をもって1方向に整流する。この結果、ハイブリッド構造をもった配列が安定化するように高分子のネットワーク107が形成される。電界や磁界の強度を変化させれば、このハイブリッド配列の状態を制御でき、高分子ネットワーク107の状態を制御できるの

で、オン補償とオフ補償に対応する位相板を得たり、液晶材料や駆動電圧の違いによる表示セルの特性差に対応した位相板を得ることができると。また、必要に応じて電界や磁界の方向は法線方向から若干ずらしてもかまわない。なお、照射光は高分子がネットワーク形成する波長であれば可視光でもかまわないし、電界と磁界は併用することも可能である。

【0049】その後、図16に示すように、例えばメタノールなどの溶媒106に上記フィルムを浸漬して、上記のフィルム上に形成された高分子にネマティック液晶が混在したものを103からネマティック液晶を除去する。浸漬する代わりに、第2の溶媒を上記フィルム上にシャワー状に注いでも同様の結果を得ることができる。次いで、図17に示すように、例えばトリフェニレン系の化合物やベンゼン環の側鎖として長鎖型あるいは板状の官能基を放射状に配置したベンゼン誘導体などのディスコティック液晶108をシリンジ109より滴下する。このディスコティック液晶108は、ネマティック液晶の抜けた高分子ネットワーク107の中に浸入、分散する。高分子ネットワーク107には上記ネマティック液晶のハイブリッド構造に対応した異方性を備えているので、ディスコティック液晶108にもハイブリッド構造が与えられる。このハイブリッド構造は、上記に述べたように電磁界の印加条件により、高分子ネットワーク107の状態を変えて制御することができる。なお、シリンジ109やフィルム基材101の加熱によりディスコティック液晶108の流動性を高めることはプロセス時間短縮のために有効である。滴下の代わりに、ディスコティック液晶108の中に上記のフィルムを浸漬したり、上記フィルム上にディスコティック液晶108をロールコート法や印刷法により塗布してもよい。また、ディスコティック液晶単体を用いる代わりに、ディスコティック液晶108を適当な溶媒に溶かしたものをを用いて、後に溶媒を除去する方法を用いることもできる。

【0050】この後、余分な液晶を除去して図18に示すように、高分子ネットワーク107内にハイブリッド構造をもったディスコティック液晶108が分散した光学層110がフィルム基材101の上に乗った構造の位相板を得ることができる。ディスコティック液晶108の流動性が低く、位相板の物理的安定性が良好な場合は、このまま位相板として用いても構わないが、上記のように形成されたフィルム他方の面(図18では上面)に、例えばセルロース・トリアセートなどの光学的に等方的なフィルムを形成し、ディスコティック液晶108を含む層を上下から保護すれば、位相板の安定度が増加する。偏光板や他の位相板を積層する場合には、これらを上側の保護フィルムの代用とすることもできる。ディスコティック液晶108の流動性が高い場合には、所定の大きさに裁断した後フィルム側面を封止するの



【0051】なお、図13～図18を用いた上記の説明では、光学層110を形成する基板として個片に加工されたフィルム基材101を用いているが、フィルム基材101に代えて位相板、偏光板、または液晶パネルの表面に光学層110を形成しても構わない。さらに、この実施の形態は図19に工程概念図を示すように、ロール状のフィルム基材に連続的に位相板を形成するの特に適している。図では、図13～図18と同じ要素には同じ番号を付けており、説明を省略する。送り出し側のロール121から、フィルム基材101が連続的に供給され、図13～図18で説明したと同様のプロセスを経て、受け取り側のロール122に巻きとられる。このとき、フィルム基材101の表面には、図示しないが光学層110が形成されている。この後すぐ、切断等の加工を行っても構わないし、ロールの形状で他のフィルムと貼合せてもよい。このように連続生産を行えば生産量が大幅に拡大し、位相板を安価に大量に供給できるといふ利点が生じる。この発明の第5の実施の形態の位相板の製造方法について説明する。この実施の形態では、第4の実施形態に示した位相板の製造方法において、末端に反応基が形成されたディスコティック液晶を用いる。これを高分子ネットワーク中に分散させて図18に示す構造を得た後、ディスコティック液晶相互、および高分子-ディスコティック液晶間で架橋反応させる。架橋反応は、加熱や光照射により生じさせることができる。この場合は、位相板側面を封止する必要がある。また、特に上面（または下面）をキズ等から保護する必要がある場合には、フィルム基材101と反対側の保護フィルムを形成しなくてもよい。

【0052】この発明の第6の実施の形態の位相板の製造方法について説明する。この実施の形態では、第5の実施形態に示した位相板の製造方法において、高分子材料やディスコティック液晶末端基の選定や、架橋反応条件の設定により、図18の構造を得た後にディスコティック液晶相互のみに架橋反応を起こさせる。その後、図16と同様の工程により、光学層110の中にある高分子ネットワーク107をトルエン等の溶媒により除去すると、光学層がディスコティック液晶のみから形成されるようになる。次いで、図17と同様の工程によりディスコティック液晶を光学層内に分散させ、この部分も架橋させる。結果的に得られる位相板は、図18に示す光学層110の高分子がディスコティック液晶に置換され、位相板の光学層110全体がディスコティック液晶から形成されたものになる。

【0053】第4、第5の実施形態の方法で形成された位相板は、高分子ネットワークとディスコティック液晶との間の屈折率差により光の散乱等で偏光状態が変化して、表示特性が劣化することがあるが、当該実施形態の方法で得られた位相板は均質性がよく、さらに良好な表示

特性を得ることができる。つぎに、この発明の第7の実施の形態として第2の実施の形態の液晶表示装置に用いた位相板の製造方法について説明する。すなわち、第4から第6の実施形態で説明した製造方法で得られたハイブリッド配列位相板を、ディスコティック液晶の光学軸が垂直になった側を内側にして、2枚の位相板を貼り合わせる。これにより、バンド配列の位相板を得ることができる。この場合は、ハイブリッド配列位相板の製造時に上面への保護フィルムを形成しなくても、できあがったバンド配列の両面には保護層が形成されているという利点がある。

#### 【0054】

【発明の効果】この発明の請求項1記載の液晶表示装置によれば、正の屈折率異方性と正の誘電率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはバンド配列した液晶層の両側に、主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したことで、オンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視角特性を改善するという効果を有する。この場合、液晶層を上下に二分する中心面から液晶表示装置を見た場合、上側において液晶層の上半分の液晶分子の方向と上側の位相板の光学媒体の光学軸方向が対応し、下側において液晶層の下半分の液晶分子の方向と下側の位相板の光学媒体の光学軸方向が対応することにより、2枚の位相板のそれぞれが液晶層の半分を補償する役割を果たしているため、位相板特性のばらつきによる表示特性への影響が少ないという利点や、2枚の位相板をうまく組み合わせることにより位相板の特性ばらつきをキャンセルすることができる。同時に、液晶の複屈折と液晶層の厚みの積を790～1190nmの間に設定することにより、液晶表示装置の正面輝度を高くし、かつ白表示の視角による色相変化を少なくするという効果を有する。

【0055】この発明の請求項2記載の液晶表示装置によれば、正の屈折率異方性と正の誘電率異方性をもつ液晶分子がその動作時にはバンド配列した液晶層に、主軸がバンド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したことで、液晶層の液晶分子の方向と位相板の光学媒体の光学軸方向が対応し、オンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視角特性を改善することができる。同時に、液晶の複屈折と液晶層の厚みの積を790～1190nmの間に設定することにより、液晶表示装置の正面輝度を高くし、かつ白表示の視角による色相変化を少なくするという効果を有する。

【0056】請求項3では、液晶の誘電率異方性を10以上に設定することで、動作時のバンド配向転移を容易にすると同時に、動作電圧を低くするという効果を有する。請求項4では、液晶層の厚みを6μm以下にするこ

とで、液晶層の厚みを従来のTN並で薄くすることができ、その結果液晶層内の電界強度が強まるため、動作時のベンド配向転移を容易にすると同時に、動作電圧を低くするという効果を有する。

【0057】この発明の請求項5記載の液晶表示装置によれば、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子がベンド配列した液晶層の両側に、主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したので、請求項1と同様にオンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視野角特性を改善するという効果を有すると同時に、電圧印加前の状態から安定なベンド配向存在する効果を有する。

【0058】この発明の請求項6記載の液晶表示装置によれば、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子がベンド配列した液晶層に、主軸がベンド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したので、請求項2と同様にオンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視野角特性を改善するという効果を有する同時に、電圧印加前の状態から安定なベンド配向存在する効果を有する。

【0059】この発明の請求項7記載の液晶表示装置によれば、正の屈折率異方性と負の誘電率異方性をもつ液晶分子が基板に対しほぼ垂直にかつベンド配列した液晶層に、主軸が水平に配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相板を積層したので、オンまたはオフ状態にある液晶層の光学伝搬特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示装置の視野角特性を改善するという効果を有する同時に、電圧印加前の状態から安定なベンド配向存在する効果を有する。また、液晶層がほぼ垂直配向していることにより位相板もわずかな傾斜を無視した水平配向にできるので、位相板の作製が容易という利点を持つ。

【0060】この発明の請求項8記載の位相板の製造方法によれば、配向処理された基板上にネマティック液晶と高分子の混合物を塗布し、電界あるいは磁界の少なくとも一方を印加しながら高分子ネットワークを形成した後に、高分子ネットワーク内のネマティック液晶をディスコティック液晶に置換することにより、ハイブリッド配列したディスコティック液晶の層を容易に得ることができる。すなわち、配列制御が困難なディスコティック液晶を、比較的容易に配列制御できるネマティック液晶と置換することにより、所望の配列分布させることができるので、負の屈折率異方性をもつ光学媒体がハイブリッド配列した位相板を容易に得ることができる。また、この位相板を2枚貼り合わせることにベンド配列の位相板を得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態の液晶表示装置の

構成を示す断面図である。

【図2】この発明の第1の実施の形態の液晶表示装置の光学部材の配置方向を示す平面図である。

【図3】この発明の第1の実施の形態の液晶表示装置の液晶層における液晶の電圧印加時の配列状態を模式的に示す断面図である。

【図4】この発明の第1の実施の形態の液晶表示装置の液晶層における液晶の電圧無印加時の配列状態を模式的に示す断面図である。

【図5】この発明の第1の実施の形態の位相板における光学媒体の配列状態を模式的に示す断面図である。

【図6】この発明の第1の実施の形態における液晶層と位相板の分子および光学軸の配列関係を模式的に示す断面図である。

【図7】この発明の第1の実施の形態の液晶表示装置の白表示輝度と黒表示輝度の視野角依存性を示す特性図である。

【図8】この発明の第1の実施の形態の液晶表示装置の白表示輝度と液晶層の $\Delta n \times d$ との関係を示す特性図である。

【図9】この発明の第1の実施の形態の液晶表示装置の平均色差と液晶層の $\Delta n \times d$ との関係を示す特性図である。

【図10】この発明の第2の実施の形態の液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図11】この発明の第2の実施の形態の液晶表示装置における液晶層と位相板の分子および光学軸の配列関係を模式的に示す断面図である。

【図12】この発明の第3の実施の形態の液晶表示装置の液晶層における液晶の配列状態を模式的に示す断面図である。

【図13】この発明の第4の実施の形態の位相板の製造方法においてフィルム基材表面を配向処理する工程説明図である。

【図14】図13の次工程でネマティック液晶と光重合型の高分子の混合物を塗布する工程説明図である。

【図15】図14の次工程で高分子ネットワークを形成する工程説明図である。

【図16】図15の次工程でネマティック液晶を除去する工程説明図である。

【図17】図16の次工程でディスコティック液晶を滴下する工程説明図である。

【図18】図17の次工程で高分子ネットワーク内にディスコティック液晶が分散した光学層が形成された状態の工程説明図である。

【図19】この発明の第4の実施の形態の位相板の製造方法の別の例の工程図である。

【符号の説明】

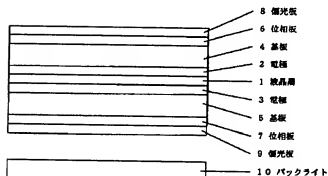
1 液晶層  
2, 3 電極

19

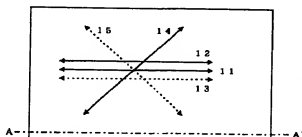
4. 5 基板  
6. 7 位相板  
8. 9 偏光板  
10 バックライト  
11 液晶分子の光軸の正射影  
12. 13 負の光学媒体の光軸の正射影  
14. 15 偏光板の偏光軸  
16 液晶分子  
17 負の光学媒体  
18 ラビング方向  
101 フィルム基材

- 102 ラビングロール  
103 ネマティック液晶と高分子の混合物  
104 ロールコータのロール  
105 紫外光  
106 溶媒  
107 高分子ネットワーク  
108 ディスコティック液晶  
109 シリンジ  
110 光学層  
10 121. 122 ロール

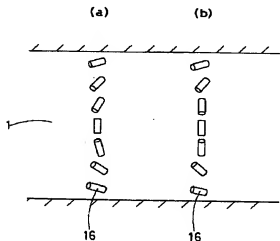
【図1】



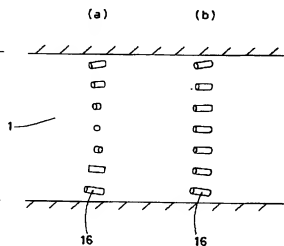
【図2】



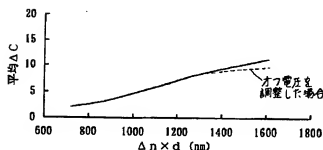
【図3】



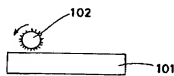
【図4】



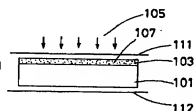
【図9】



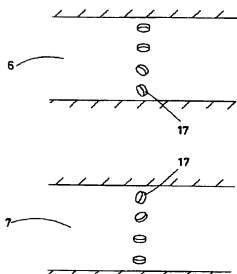
【図13】



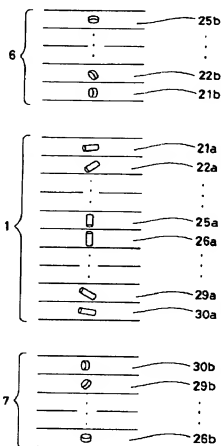
【図15】



【圖5】



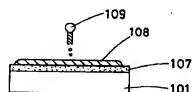
【圖6】



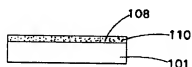
【圖14】



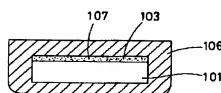
【圖17】



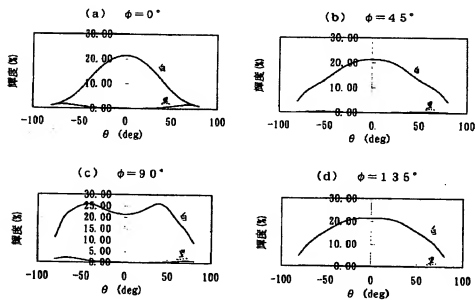
【圖18】



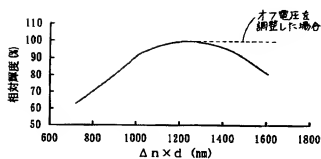
【圖16】



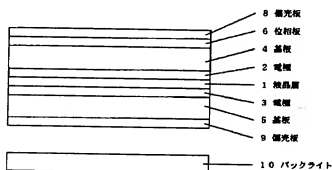
【圖7】



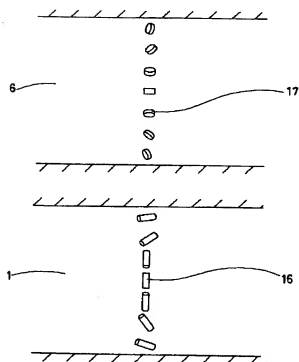
【図8】



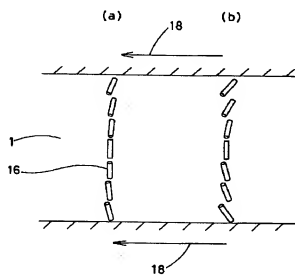
【図10】



【図11】



【図12】



【図19】

